

Tabla periódica en Lengua de Signos Española (LSE). Proceso de creación y adaptación al resto de lenguas de signos

Aránzazu Valdés-González 

Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Formación del Profesorado y Educación, Universidad de Oviedo. Oviedo, España. valdesaranzazu@uniovi.es

Javier Martín-Antón 

Didáctica de las Ciencias Sociales, Facultad de Formación del Profesorado y Educación, Universidad de Oviedo. Oviedo, España. martinajavier@uniovi.es

[Recibido: 05 enero 2023, Revisado: 23 abril 2024, Aprobado: 16 octubre 2024]

Resumen: El presente trabajo recoge el proceso de creación de la primera tabla periódica en una lengua de modalidad viso-gestual, más concretamente en la Lengua de Signos Española (LSE). Para ello, a partir de la etimología de los nombres de los elementos químicos, se ha diseñado un procedimiento de creación léxica que proporciona un Signo para cada elemento. El método diseñado, además, fomenta la vinculación de los Signos propuestos con la vida cotidiana de los estudiantes y evita la influencia de la lengua oral –lengua mayoritaria– sobre la lengua de signos –minoritaria–. Asimismo, a medida que se avanzaba en el estudio etimológico, se dio respuesta a las limitaciones derivadas de las carencias lexicológicas de la LSE consecuencia de su situación como lengua minoritaria y minorizada. Así, en el presente texto se detalla el proceso de creación de signos sin vinculación con la etimología. Destaca el hecho de que a partir de los resultados de esta investigación se puede desarrollar la tabla periódica para el Sistema de Signos Internacional (SSI) y para cualquiera de las 156 lenguas signadas catalogadas. En definitiva, presentamos una propuesta innovadora a partir de la cual se pueden crear el resto de las tablas periódicas signadas que den respuesta a las necesidades lingüísticas y educativas de las personas Sordas usuarias de cualquier lengua de signos o del SSI.

Palabras clave: Tabla periódica; Lengua de Signos Española; Lenguas de signos; Lenguas minoritarias; Creación léxica.

Periodic table in Spanish Sign Language (LSE). Creation and translation process into other sign languages

Abstract: The present work picks up the process of creating the first periodic table in a visual-gesturing language, more specifically in the Spanish Sign Language (LSE). To this end, and based on the etymology of the names of the chemical elements, we have designed a procedure that provides a Sign for each element. Otherwise, the method is designed to foster relations between the proposed Signs with the daily life of the students and, also, it avoids the influence of oral language –majority language– on sign language –minority–. Furthermore, as the etymological study progressed, the limitations derived from the lexicological shortcomings of the LSE, consequence of its situation as a minority and minority Language, were addressed. This paper details the creation process without relation to etymology. It underlines that on the basis of the results obtained in this research it is possible to develop the periodic table for the International Sign System (ISS) and for any of the 156 sign languages listed. In short, we presented an innovative proposal from which the rest of the signed periodic tables can be created and which, in addition, will respond to the linguistic and educational needs of Deaf people who use a sign language or SSI.

Keywords: Periodic table; Spanish Sign Language; Sign languages; Minority languages; Lexical creation.

Para citar este artículo: Valdés-González, A., y Martín-Antón, J. (2024) Tabla periódica en Lengua de Signos Española (LSE). Proceso de creación y adaptación al resto de lenguas de signos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(3), 3206. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i3.3206

Introducción

Las lenguas viso-gestuales, en nuestro caso la Lengua de Signos Española (en adelante, LSE), históricamente han estado limitadas a espacios socioculturales concretos. En el ámbito educativo, incluso, su uso estuvo prohibido durante años. En esta etapa de prohibición, se impuso el oralismo, con el propósito de enseñar el habla, desplazando el aprendizaje de la lengua natural de las personas sordas y su empleo como lengua vehicular. Posteriormente, la educación de los discentes con pérdidas auditivas se llevó a cabo en colegios específicos y actualmente el alumnado Sordo¹ se escolariza en centros ordinarios y se aboga por el bilingüismo intermodal e intercultural.

En España, la Ley 27/2007 –ley que reconoce la LSE y la Lengua de Signos Catalana– ha favorecido la inclusión social y educativa de los usuarios de estas lenguas y el acceso de los intérpretes de LSE (en adelante, ILSE) a un mayor número de contextos y, por ende, ámbitos especializados del saber. Este hecho implica que los ILSE se encuentren, de forma cada vez más habitual, ante terminología especializada para la que no tienen y/o no conocen su Signo². Estas lagunas pueden ser por desconocimiento personal del intérprete de lengua de signos (en adelante, ILS) o por inexistencia –o incorrección– en los diccionarios y glosarios de la LSE. En este sentido, Clark et al. (2021) resaltan la suposición falsa de que la mera presencia del ILS hará comparable la información transmitida a los alumnos Sordos con sus pares oyentes. Los autores destacan, por un lado, que la inequidad se intensifica a medida que el alumno pasa de un nivel académico a otro y los campos de estudio se vuelven más complejos y, por otro, correlacionan la especialización del ILS y la falta de léxico estandarizado en lengua de signos con el desempeño STEM del estudiante Sordo.

La necesidad de nuevo léxico está presente en cualquier ámbito, pero, es en el discurso académico en el que, sin duda, da lugar a consecuencias de mayor calado. En este sentido, las lenguas de signos (en adelante, LLSS) requieren –como todas las lenguas minoritarias y minorizadas– de una adecuación a su presencia en contextos y niveles educativos cada vez más elevados y variados para dar respuesta “a las nuevas funciones comunicativas propias del discurso académico, que les permitan [a los alumnos] desarrollar su competencia lingüística cognitivo-académica en su propia lengua, [...]” (Tovar, 2008, p. 30).

Diferentes investigaciones sobre la LSE detectan carencias terminológicas en ámbitos como el audiovisual o el funerario (Valdés-González, 2017), nombres de los océanos, terminología musical y espacial (Valdés-González y Martín-Antón, 2020) o los nombres de los números (Valdés-González et al., 2020 y Valdés-González et al., 2021). Además, en estas investigaciones se señala al bajo número de vocablos especializados y a la calidad de las entradas de los diccionarios y glosarios de la LSE como condicionantes que propician interpretaciones complejas y/o con errores conceptuales. En la misma línea, Torregrosa y Núñez (2015) señalan a la escasez de léxico como un *hándicap* que perturba, directamente, tanto a los intérpretes como a sus usuarios.

Los ILSE carecen, en muchas ocasiones, de la terminología necesaria para desarrollar su trabajo y, por tanto, deben crearla *ad hoc* o buscar otra solución (De los Santos y Lara, 2008); siendo las más habituales y rápidas la definición del término o paráfrasis, el uso de la dactilología –deletreo– y la vocalización o gesto prestado. Es comprensible que la

¹ Usamos Sordo/a para hacer referencia a individuos que se identifican con una comunidad lingüística-cultural y, sordo/a se emplea sin dichas connotaciones socioculturales.

² Signo –en mayúscula– hace referencia a las unidades léxicas de las LLSS y signo a las de cualquier lengua, independientemente de su modalidad.

dificultad para desarrollar una interpretación –mayor si es simultánea– aumente si no se tiene el léxico necesario en la lengua destino porque, a pesar de ello, el intérprete debe buscar la forma adecuada para que la persona Sorda acceda a la información. En relación con la carencia de léxico y el pacto de Signos provisionales entre el ILS y su usuario, González (2016, p. 489) destaca que es “una estrategia que solemos trabajar en el aula para facilitar el proceso de interpretación y que en nuestra opinión es exclusiva de la interpretación signada: el acuerdo o propuesta de un signo”. En otras palabras, la creación y pacto de unidades léxicas derivadas de un proceso de interpretación es un fenómeno exclusivo de las LLSS.

Esta necesidad de crear y/o pactar nuevos Signos, denominada por Lara (2008) como *boom* lingüístico, puede dar lugar a problemas de comunicación si las nuevas unidades léxicas no se difunden. En este sentido, la investigadora destacó que simultáneamente en diferentes puntos del país pueden estar utilizándose varios Signos distintos para un mismo concepto. En definitiva, la Comunidad Sorda demanda la creación y difusión de neologismos para acceder a todos los ámbitos de la vida y coincidimos con Valdemoro (2002, p. 177) en que “el desarrollo de un idioma está ligado al uso que la comunidad que lo utiliza hace de él” y, como ya adelantábamos anteriormente, “solo recientemente la LSE se ha empezado a abrir, a emplear en contextos más amplios y a enfrentarse [...] con términos abstractos y tecnicismos, con la terminología específica de la ciencia, el arte, la educación [...]”.

Como consecuencia, la presencia del ILS en el aula puede ser insuficiente para garantizar la inclusión educativa y un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos Sordos siendo necesaria una mayor coordinación docente-ILS para mejorar la respuesta a las necesidades lingüísticas de estos alumnos (Souza y Ferreira, 2019), cursos especializados para las temáticas que demanden los intérpretes, una mayor visibilidad y sensibilidad hacia las necesidades lingüísticas de las personas Sordas y un aumento de estudios que afronten las carencias terminológicas de las LLSS.

El propósito del presente estudio es la creación de la tabla periódica en LSE mediante un procedimiento extrapolable a las demás LLSS³ y al Sistema de Signos Internacional (en adelante, SSI). Este objetivo nace de la confirmación de que no existen Signos en la LSE, ni en las demás LLSS, para los diferentes elementos químicos; y, para su consecución –a lo largo de los cinco últimos años– se han puesto en juego diferentes mecanismos de creación léxica presentes en las LLSS y se ha determinado el procedimiento más adecuado para la creación de las unidades léxicas correspondientes a cada elemento.

Personas Sordas y desempeño STEM

Los estudiantes Sordos, como el resto de alumnado con capacidades diferentes, han estado históricamente subrepresentados en los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (en adelante, STEM). Por ello, la inclusión educativa STEM se enfrenta al desafío de fomentar el acceso, las adaptaciones y el diseño universal de aulas y laboratorios.

El desconocimiento de los docentes de las necesidades de los alumnos con algún tipo de pérdida auditiva y los recursos adecuados para satisfacerlas aderezado con la falta de experiencia trabajando con estos alumnos y las ideas preconcebidas sobre ellos (Braun et

³ La última catalogación (Eberhard et al., 2022) determina la existencia de 156 LLSS y un SSI. Por su parte, la Federación Mundial de Sordos estima que hay unos 70 millones de personas sordas en el mundo que, utilizan más de 300 LLSS diferentes.

al., 2018; Long y Grunert, 2022) dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las personas Sordas. Por otro lado, otras barreras importantes atribuidas al desempeño STEM de estos alumnos son las carencias terminológicas que dificultan la transmisión de la jerga científica en las LLSS (Sousa y Silveira, 2011; Clark et al., 2021) y la inexistencia de una certificación específica para la interpretación STEM para los ILS y que muchos profesionales, además, no tienen experiencia interpretando contenido STEM (Braun et al., 2018).

En relación con las carencias léxicas de las LLSS, es de suma importancia el hecho de que los individuos construyen los conceptos a partir de la relación con el medio físico y los integrantes del grupo social al que pertenecen (Vygotsky, 1995). Los conceptos se transmiten de una generación a otra siendo interiorizados durante el desarrollo. Así, el lenguaje determina la forma de pensar del sujeto como consecuencia de que las formas avanzadas del pensamiento se transmiten a partir del lenguaje, pero, si una lengua presenta lagunas terminológicas la transferencia de conocimiento de una generación a otra se verá comprometida. Ante esta situación, las experiencias de laboratorio vinculadas a la vida cotidiana favorecen que los alumnos Sordos puedan realizar argumentaciones más elaboradas relacionadas con un tema o problema propuesto y, con ello, se contribuye a la asimilación y aprendizaje de nuevos conceptos STEM (Florentino y Miranda, 2020). Pero, la adquisición de muchos conceptos STEM –por ejemplo, los nombres de los elementos químicos– no se puede favorecer a través de la experimentación. En este sentido, Sutton (1990) destaca algunas estrategias efectivas que favorecen la adquisición de nuevos términos y la comprensión del lenguaje científico entre los que destacan el empleo de materiales con elevado componente visual, introducir los conceptos STEM a partir de definiciones –orales, signadas o escritas– basadas en términos sencillos y relacionados con la vida cotidiana y, finalmente, la elaboración de glosarios.

LLSS y elementos químicos

La investigación que versa sobre metodologías, recursos didácticos y la existencia de Signos para los elementos químicos –en las diferentes LLSS– presenta una tendencia al alza en los últimos años. En este sentido se han encontrado catorce fuentes: tres artículos, cuatro trabajos fin de estudios, dos publicaciones derivadas de encuentros científicos –un seminario internacional y un encuentro estatal– y cinco entradas *web*. Tres de los documentos (Do Carmo, 2011; Pinheiro, 2012; Luiz et al., 2020) proponen juegos didácticos para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos vinculados a las diferentes teorías atómicas y la tabla periódica en aulas con alumnado usuario de LLSS. Por su parte, Soares (2018) tiene como propósito diseñar una herramienta didáctica y virtual para recoger conceptos en portugués, LIBRAS y ELiS (método de escritura de las LLSS) y, además, entre otros objetivos recopila diferentes Signos en LIBRAS, *British Sign Language* y *American Sign Language* y crea unidades léxicas para conceptos relacionados con la tabla periódica que no lo tenían.

La quinta investigación (Ávila, 2020) toma como punto de partida la escasez de profesionales de la interpretación con formación especializada en ciencias químicas y el bajo número de neologismos en Lengua de Señas Colombiana (LSCo) para el ámbito académico. Este contexto, según la autora, da lugar a que los intérpretes abusen del deletreo de términos y, por consiguiente, se dificulta el acto comunicativo y el proceso de enseñanza-aprendizaje. En consecuencia, Ávila se plantea la recopilación y/o creación de Signos para la LSCo relacionadas con la tabla periódica. Del proceso de validación de Ávila (2020) destaca el elevado desacuerdo de los alumnos consultados con unidades

léxicas con presencia de configuraciones manuales derivadas del alfabeto dactilológico y los formados por combinación de dos o más unidades léxicas. En contraposición, el grupo de alumnos objeto de estudio aceptó y/o se decantó por Signos sin presencia de configuraciones del sistema dactilológico y vinculadas a la vida cotidiana.

En relación con los tres artículos encontrados, por un lado, Luiz et al. (2020) plantea diferentes juegos didácticos a partir de un mismo recurso: una tabla periódica en la que todos los símbolos químicos se deletrean con el alfabeto dactilológico de LIBRAS. Por su parte, Souza y Ferreiro (2019) y Dantas et al. (2020) desarrollan revisiones bibliográficas y, tras hacerlo, concluyen que es necesario abordar procesos de investigación que presenten nuevos Signos para los elementos químicos –y otros vocablos del ámbito de la química– para, con ello, fomentar la comprensión lectora de las personas Sordas. Finalmente, los documentos derivados de los encuentros científicos y las entradas *web* (Medeiros et al., 2018; Kauffman, 2019; Wang, 2019; Dos Santos, 2020; Fernandes et al., s.f.; Silva et al., s.f.; Sousa et al., s.f.) presentan recursos en los que se deletrean los símbolos químicos y/o el nombre completo de los elementos.

Elementos químicos en los materiales lexicográficos de la LSE

La búsqueda y análisis de las entradas para los nombres de los elementos químicos en los diccionarios de la LSE (Fernández, 1851; Marroquín, 1975; Pinedo, 1981a, 1989 y 2000; DILSE, 2011 y s.f.; Fundación CNSE, 2013), el glosario de física y química (Aroca et al., 2002a), el glosario de geografía (Aroca et al., 2002b) y dos diccionarios *online* (Sématos, 2009-2013; Spread The Sign, s.f.) no nos aporta Signos válidos para ninguno de los elementos químicos debido a errores en la definición y/o en la vinculación concepto-Signo. Solamente se obtiene el deletreo para los elementos químicos con número atómico de 1 a 109 en DILSE (s.f.).

Ante esta situación de carencia de Signos para los elementos químicos en LSE –escenario común a las demás LLSS y al SSI– y el abuso del deletreo tanto de los símbolos químicos como del nombre de los elementos (Valdés-González y Martín-Antón, 2023), ha sido necesario afrontar un proceso de creación léxica que proporcione a la LSE –al SSI y las 155 LLSS restantes– un método de traducción de los nombres de los elementos químicos.

En relación con el objetivo planteado –traducir, por primera vez, la tabla periódica a una lengua signada– el trabajo se ha llevado a cabo en dos periodos. En el primero, el proceso de creación léxica diseñado nos permitió acordar un grupo de Signos con origen etimológico (Valdés-González y Martín-Antón, 2024); y, en el segundo, consecuencia de limitaciones del primer paso, se abordó un cambio de enfoque que permitió determinar los Signos de los elementos que no se pudieron crear en la primera parte de la investigación. Así, en el presente documento se recogen los resultados de la segunda fase del proceso. En esta segunda etapa de investigación, los Signos propuestos no tienen vinculación con la etimología del nombre de los elementos. A mayores, en el presente documento se proporciona el resultado final del estudio –la tabla periódica completa en LSE– resultado de los dos periodos de investigación llevadas a cabo; siendo, además, esta propuesta fácilmente extrapolable las resto de LLSS y al SSI.

Análisis del proceso de construcción de significado

A finales del s. XIX tanto Ferdinand de Saussure (1857-1913) como Charles S. Peirce (1839-1914) abordaron desde distintas perspectivas un mismo fenómeno: el signo lingüístico. Saussure lo hizo desde un punto de vista lingüístico y Peirce desde una visión lógico-pragmático. Entre los dos sentaron las bases de lo que hoy conocemos como la

Teoría General de los Signos.

Para Saussure el *signo lingüístico* es una entidad de dos caras –el *significante* y el *significado*– que “no une una cosa y un nombre, sino un concepto y una imagen acústica” (Saussure, 1945, p. 91). El *significante*, percibido a través de los sentidos, designa algo mientras que su *significado* es lo designado (idea u objeto). Por su parte, Peirce nos indica que “un signo está por algo para la idea que produce o modifica. [...] es un vehículo que transporta adentro de la mente algo desde afuera. Aquello por lo que esta se llama su objeto; aquello que transporta, su significado; y la idea a la que da lugar su interpretante.” (Vázquez, 2010, p. 13). Los tres componentes del signo lingüístico de Peirce son el *objeto*, el *representamen* y el *interpretante*. El *objeto* es aquello por lo que está o existe el signo lingüístico, aquello –real o abstracto– a lo que representa y el *representamen* el propio signo. Por su parte, el *interpretante*, que da lugar a la relación triádica de Peirce, viene a representar el significado de un signo –palabra o seña– para el usuario, el uso que cada persona hace de él (Herrero, 2000). En definitiva, en palabras de Merrel (2001) el *interpretante* sería el significado o interpretación del *representamen* a través de su correlación con el *objeto semiótico*. En relación con el *interpretante* Gutiérrez et al. (2008) destacan que en la visión dicotómica de Saussure el intérprete es virtual o, en todo caso, no está presente; mientras que en la visión triádica de Peirce supone la presencia del intérprete de forma que “sin significado no hay símbolo, pero sin intérprete no hay símbolo [...] lo que hace a un signo ser signo no es que esté compuesto de significante y significado, sino que sea interpretado como tal signo” (p. 691). Por otra parte, es importante destacar que Saussure enfatiza la relación arbitraria entre *significante* y *significado* argumentando que el significado es convencional y lo establece la comunidad lingüística; mientras que, Peirce enfatiza la importancia del contexto en la interpretación del signo lingüístico y, además, considera que el significado se construye a través de la interacción social.

Posteriormente a Peirce tres psicólogos relevantes –Vygotsky, Bruner y Gergen– centraron su atención en el proceso de construcción de significado y, los tres, lo vincularon de una forma u otra al contexto en el que se encuentra el intérprete. Según Arcila et al. (2010) Vygotsky, Bruner y Gergen comparten la idea de un significado dirigido por el sentido, coinciden en señalar a los significados como una característica humana siendo el sujeto siempre un elemento activo que inmerso en la cultura construye, deconstruye y co-construye los significados. Por otro lado, entre los tres autores también se observan diferencias. Vygotsky señaló la importancia de la cultura en la construcción de significados, una cultura que, según él, actúa después de un primer proceso interpsicológico y otro posterior que denominó intrapsicológico. Bruner, por su parte, apuntó a la importancia del significado como resultado de la negociación y del acuerdo que se produce en el entorno cultural del sujeto. Una negociación que aparece en el momento en el que se cruzan el origen protolingüístico o biológico y el cultural, llegando finalmente a predominar el segundo. Por último, en su matización Gergen destacó que los significados surgen en el acto de comunicación ya que “el lenguaje no tiene significado por sí solo, tan solo adquiere su valor en la relación.” (Arcila et al., 2010, p. 47).

En definitiva, tal y como señalan Gutiérrez et al. (2008), en el proceso de significación y/o comprensión de un signo lingüístico –semiosis– supone que “el significado no es una cosa definitiva, inamovible, sino un proceso demarcado por las constantes negociaciones realizadas por los usuarios entre sí, para acordar e internalizar un significado ‘común’ desde las condiciones socioculturales asumidas por las personas en un momento puntual del acontecer histórico.” (p. 692) y, en este proceso, la triada referente-signo-intérprete es

fundamental para la elaboración del significado y, en todo caso, garantizar la creación de representaciones mentales. Dicho de otro modo, el significado debe ser entendido como un constructo social, que se estabiliza y se hace convencional dentro de una comunidad lingüística y, por ende, como indicaba Peirce “la naturaleza per se no genera el significado; la cultura, la sociedad, sí [...] en consecuencia, la construcción del significado depende del intérprete” (Gutiérrez et al., 2008, p. 691).

Metodología

Un número significativo de lenguas orales minoritarias han afrontado la traducción de los nombres de los elementos que componen la tabla periódica. Así, tal y como recoge Van Der Krogt (2000-2010), lenguas como el aragonés (hablado en Aragón, España), el kashubian (Pomerania, Polonia), el cornwall (Inglaterra), el lingala (noroeste de la República Democrática del Congo), el sesotho (principalmente en Sudáfrica), el swahili (varios grupos étnicos del Índico), el sranan tongo (Surinam), el quechua (zona andina de América del Sur), el náhuatl (estados de Centroamérica), entre otras, ya cuentan con su traducción. Pero, lamentablemente, excepto en el caso del náhuatl (Flores, 2020) y el kichwa (Andino-Enríquez et al., 2021), se desconoce y/o no se ha documentado –en base a nuestras indagaciones– la metodología seguida para su adaptación. Por otro lado, como indicamos anteriormente, ninguna de las LLSS cuenta con una traducción completa de la tabla periódica.

En consecuencia, nos encontramos ante la ardua tarea de afrontar la traducción de los nombres de los 118 elementos químicos conocidos (Royal Society of Chemistry, 2023) a la LSE partiendo de una metodología aplicada a lenguas orales por lo que, como veremos, necesitaremos afrontar procedimientos y decisiones que nos permitan concluir el propósito planteado.

Procedimiento

El proceso de análisis y creación de los Signos, para la LSE, de cada uno de los elementos se llevó a cabo siguiendo las seis fases recogidas en la Figura 1. El propósito de este proceso es identificar un concepto que hemos denominado ‘identidad’ –tras su traducción, Signo ‘identidad’– a partir del cual crear el Signo de cada elemento químico.

En todos los pasos del procedimiento, en base a las conclusiones de Ávila (2020), se evitará la presencia del alfabeto dactilológico y serán prioritarios los conceptos/Signos ‘identidad’ vinculados a la vida cotidiana. Un ejemplo de obtención de concepto ‘identidad’ es la asociación, en nuestro día a día, del consumo de calcio y la salud de nuestros huesos; así, calcio se vincula con el Signo ‘identidad’ HUESO⁴.

⁴ Para referirnos a un Signo, escribiremos la palabra en mayúscula. Así, HUESO representa el Signo en LSE del término *hueso*.

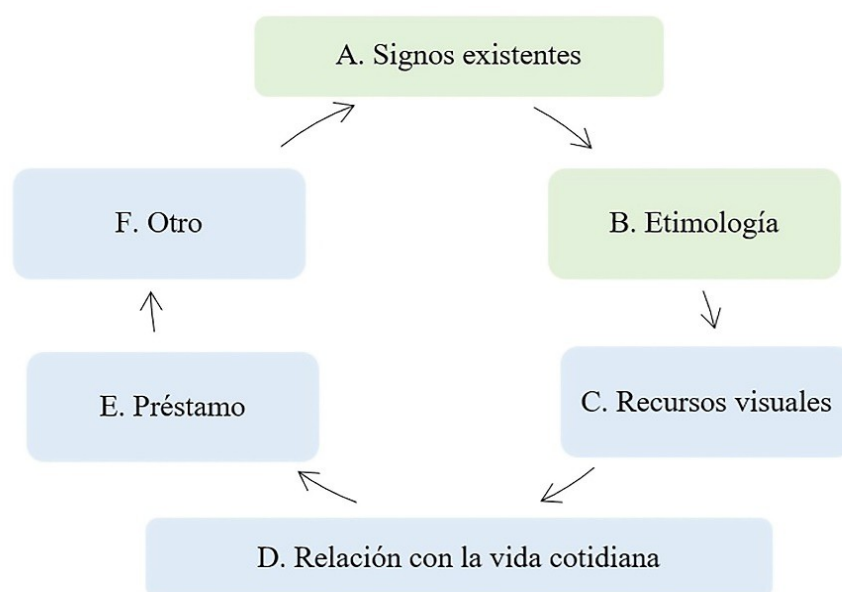


Figura 1. Procedimiento para determinar el concepto/Signos 'identidad'.

La consulta de los materiales lexicográficos de la LSE, como ya se mencionó anteriormente, no proporciona Signos para ninguno de los elementos químicos, pero, se encuentran tres entradas relacionadas con los conceptos 'aleación de hierro', 'aleación de plata' y 'aleación de oro'. Por ello, el primer paso del procedimiento (A) es partir de estos Signos relacionados con la tabla periódica. A continuación, en base a las investigaciones de Flores (2020) y Andino-Enríquez et al. (2021) se desarrolló la siguiente fase del trabajo (B) basada en el análisis de la etimología del nombre de cada elemento: B1. Etimología con origen, principalmente, en lenguas clásicas (griego y latín); B2. Etimología basada en términos geográficos; y, B3. Etimología en honor a un científico o institución con vinculación al descubrimiento o síntesis del elemento.

Las diferencias de modalidad entre las lenguas oral-auditivas y las viso-gestuales no permiten reproducir la segunda fase del trabajo de Andino-Enríquez et al. (2021). Ellos, al trabajar con dos lenguas orales, pudieron adaptar fonológicamente el nombre de algunos elementos del español al kichwa fomentando la similitud fonológica y, con ello, el aprendizaje y la traducción de los nombres de los compuestos químicos derivados de los de los elementos.

En nuestro caso, fue necesario buscar cómo continuar la investigación. Este hecho marcó el establecimiento de dos periodos de investigación; el primero, vinculado a la etimología (Valdés-González y Martín-Antón, 2024) y, el segundo, sin vinculación a ella. Así, en relación con el segundo periodo de investigación –objeto del presente documento– al no poder llevar a cabo la adaptación fonológica, trabajamos a partir de recursos didácticos ya publicados en los que se presenta una relación visual (C) de cada uno de los elementos químicos con objetos de la vida cotidiana –favoreciendo, por ende, la aplicación de los resultados de Ávila (2020)–. A continuación, si el paso C no resultó satisfactorio se procedió a analizar los usos o efectos del elemento químico (D) para determinar el más habitual o conocido. Finalmente, si ninguno de los pasos previos da resultado se procede al uso de un Signo de otra lengua de signos (E) o, como último recurso, se afrontaría la creación *ad hoc* del Signo en cuestión evitando influencias de la lengua oral sobre la LSE (F).

Mecanismo de creación

Las LLSS disponen de diversos recursos lingüísticos, algunos exclusivos y otros comunes a las lenguas orales, que permiten ampliar el léxico (Valdemoro, 2002; Vilches, 2005) y dar respuesta a las necesidades de comunicación y construcción del conocimiento que surgen en el día a día de los usuarios de LLSS. Son, por ello, procesos de fortalecimiento y adaptación (Valdemoro, 2002). Estos procedimientos de creación léxica –Figura 2– se clasifican en formales, semánticos, funcionales y de incorporación (Jarque et al., 2019; Jarque et al., 2012).

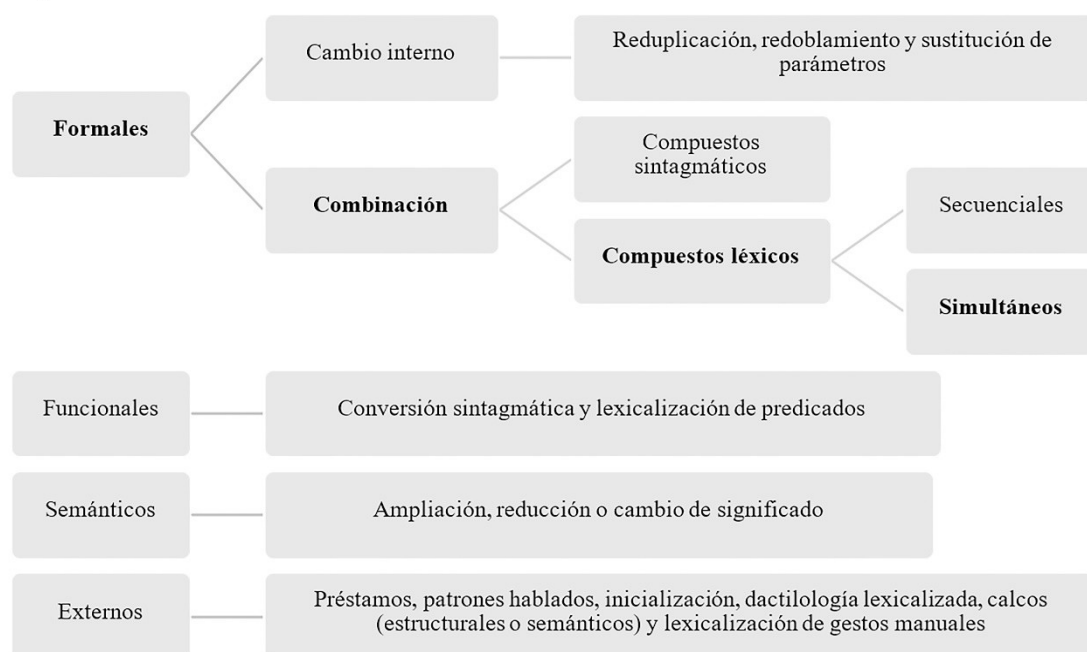


Figura 2. Mecanismos de creación léxica de las LLSS. Fuente: Adaptado de Jarque et al. (2019).

Por su parte Valdés-González (2017) agrupa estos mecanismos en tres grupos: los comunes a las lenguas orales, los exclusivos de las LLSS y, finalmente, los mecanismos derivados de la influencia de la lengua oral sobre la de signos –calco, patrones hablados y deletreo– y la paráfrasis –o explicación del concepto–. En relación con la tercera categoría, además, destaca que son recursos que pueden emplearse, en un momento puntual, ante una carencia léxica, pero, no los considera métodos de creación léxica.

Aunque la influencia de las lenguas orales sobre las LLSS es un hecho inevitable (Tovar, 2008) no debe fomentarse en procesos de creación léxica. En este sentido, Pinedo (1981b, p. 55) señala que una persona Sorda identifica “objetos con imágenes, sentimientos con sensaciones, pero nunca con palabras que, o bien desconoce o no suponen por sí solas nada para él”. En consecuencia, evitaremos las influencias de la lengua oral y siguiendo los resultados de Ávila (2020) –mencionados anteriormente– no se crearán unidades léxicas por combinación de dos o más Signos, se evitará la presencia del dactilológico y se fomentará la relación con la vida cotidiana.

De los mecanismos recogidos en la Figura 2 el más adecuado para nuestro propósito –tras la indagación iniciada en 2017– es el procedimiento formal de combinación para obtener compuestos léxicos de tipo simultáneo. En consecuencia, se combinarán dos Signos articulados uno por cada mano conservándose, en ambos casos, parte de las características

formales de las unidades originales. Así, la mano pasiva (ver Figura 3) representará parte de TABLA.PERIÓDICA (en adelante, TP) y la dominante los parámetros correspondientes al Signo 'identidad' determinado.

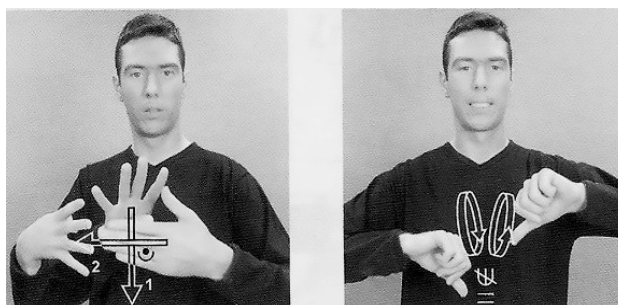


Figura 3. Signo en LSE: TABLA.PERIÓDICA. Fuente: Aroca et al. (2002a, p. 70).

A lo largo de la investigación, inconscientemente, se sustituyó el componente inicial de la mano pasiva, correspondiente a TP, por una nueva configuración (ver Figura 4). Ambas formas hacen alusión a la forma rectangular de la tabla periódica y, por ello, se permitió que la ergonomía manual decidiera la forma definitiva.

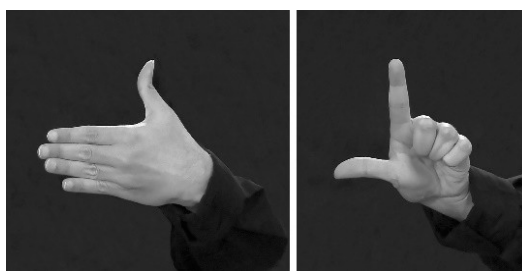


Figura 4. Evolución del componente de la mano pasiva.

A continuación, en la Figura 5 se proporciona un ejemplo de combinación simultánea entre los Signos TABLA.PERIÓDICA y VIDA (DILSE, s.f.) que da lugar a la unidad léxica CARBONO.



Figura 5. Creación léxica por combinación simultánea de la unidad léxica CARBONO.

Nota: La imagen del Signo VIDA pertenece a DILSE (s.f). El resto de la Figura 5 es de creación propia.

Limitaciones de creación

A medida que se avanzaba en el estudio etimológico de los nombres de los elementos químicos fueron dándose una serie de situaciones derivadas de las carencias lexicológicas de la LSE, debidas a su situación de lengua minoritaria y minorizada. En consecuencia, debimos tomar una serie de decisiones que marcaron la evolución del estudio y que pasamos a enumerar a continuación. Las limitaciones, presentadas y codificadas a continuación, se basan en evitar la combinación de la unidad léxica TP con el Signo de:

- Limitación Ø - *Conceptos que no tienen un Signo recogido en el DILSE (s.f.) o, en su defecto, en Spread The Sign (s.f.) –en adelante, STS (s.f.)–*. Solamente, en casos excepcionales, se usarán Signos conocidos por la comunidad Sorda –signos patrimoniales (Valdemoro, 2002)– no recogidos en los materiales lexicográficos indicados o en el glosario de geografía (Aroca et al., 2002b). Así, por ejemplo, en el caso del flúor su nombre procede del latín *fluere*, pero, el término *fluir* no está recogido en el DILSE.
- Limitación 2S o 3S - *Acciones u objetos cotidianos que necesitan dos o más Signos para ser traducidos*. Uno de los usos más habituales del wolframio era la fabricación de filamentos de bombillas, pero, el concepto ‘filamento de bombilla’ además de no aparecer en el DILSE necesitaría dos unidades para su traducción/interpretación dando lugar a un Signo para el elemento formado por dos unidades.
- Limitación R - *Usos u objetos comunes a más de un elemento*. En este sentido, tanto el cobre como el aluminio son disipadores de calor por lo que este uso no sería un concepto ‘identidad’.
- Limitación # - *Conceptos derivados de la etimología que relacionan a un elemento con otro o con un compuesto químico*. Por ejemplo, hidrógeno viene del griego *hydōr geinōmai* (producir agua) y níquel del alemán *kupfernickel* (cobre del diablo).
- Limitación C - *Un color*. A pesar de que la etimología de muchos elementos químicos está directamente vinculada con colores, en muchos casos el color no se corresponde con el del elemento. Sirvan de ejemplo el rubidio y el rodio. El rubidio recibe su nombre del latín *rubidus* (rojo oscuro) como consecuencia de la llama que produce al quemarse y el rodio del griego *rhodon* (rosado) por el color de una de sus sales; pero, ambos metales son de color blanco-plateado brillante.
- *Conceptos polisémicos en español o en LSE*. Así por ejemplo uno de los usos del wolframio es el endurecimiento o blindaje de tanques, cañones o carros de combate. Pero, en LSE el mismo Signo se asocia a CARRO, TANQUE y CAÑON (DILSE, s.f.).
- *Conceptos o usos poco concretos*. Los conceptos ‘industria electrónica’, ‘industria armamentística’ o ‘procesos fisiológicos’ vinculados con gran número de elementos. Por el contrario, la relación plomo-ARMA es un concepto ‘identidad’ más concreto.

Resultados a partir de recursos visuales y vinculación a la vida cotidiana

La Tabla 1 recoge el listado de conceptos ‘identidad’ sin vinculación etimológica y, además, se han identificado las limitaciones que han dado lugar a que el estudio etimológico no nos permita proponer una unidad léxica.

Tabla 1. Resultados no derivados del análisis etimológico.

Etimología						Signos 'identidad'	
						Recursos visuales	Vida cotidiana
1	H	Griego	Hydōr geinomai	Produce agua	#	*ESTRELLA	
3	Li	Griego	λίθος (lithos)	Piedra, roca	R	*PILA	
5	B	Árabe	Bauraq	Bórax→blanco	C	*LIMPIAR	
6	C	Francés	Charbon/Charcoal	Carbón	#	Moléculas seres vivos	3S *VIDA
7	N	Griego	Nitron geinomai	Genera salitre	2S	*PROTEÍNA	
8	O	Griego	Oxys geinomai	Genera ácidos	2S	Aire	# *MASCARA.O
9	F	Latín	Fluere	Fluir	Ø	*PASTA.DIENTES	
11	Na	Hebreo	Neter	Nitrato	#	*SAL	
12	Mg	Griego	Μαγνησία (Magnisia)	Thessaly	R	Clorofila	2S *ESTÓMAGO
13	Al	Latín	Alumen	Alumbre	#	Aeroplanos	Ø *FLEXIBLE
14	Si	Latín	Silex	Sílex/pedernal	Ø	Roca, arena, suelo	R *PULMÓN
15	P	Griego	Φωσφορος (fōsforos)	Portador de luz	2S	Hueso	R *CERILLA
16	S	Latín	Sulphur	Enemigo del Cu	#	Yema de huevo	3S *HUEVO
17	Cl	Griego	χλωρος (chlōros)	Verde claro	C	Piscina	2S *NADAR
18	Ar	Griego	αργος (argos)	Inerte/Inactiv o	Ø	Focos de bulbos	Ø *SOLDAR
19	K	Árabe	Al-qali	Cenizas	Ø	*PLÁTANO	
20	Ca	Latín	Calx	Caliza	#	*HUESO / Conchas	/ Ø
21	Sc	Latín	Scandia / Scandinavia	Escandinavia	Ø	*BICICLETA	
25	Mn	Griego	Μαγνησία (Magnisia)	Thessaly	R	Máquinas construcción	2S *IMÁN
28	Ni	Alemán	Kupfernickel	Cobre del diablo	#	Monedas	Ø *DINERO
29	Cu	Griego	Chalkos kuprios	Metal de Chipre	2S	Conexiones eléctricas	2S *CABLE+
30	Zn	Alemán	Zink(e)	Punta afilada	2S	Instrumento musical	2S *PROTEGER
33	As	Árabe	[al-]zarnikh	Color dorado	C	*VENENO	
37	Rb	Latín	Rubidus	Rojo oscuro	C	Navegación global	2S *ÓRGANO
40	Zr	Persa	Zargûn	Color dorado	C	Similar al diamante	2S *FALSO
45	Rh	Griego	Ρόδον (rhodon)	Rosado	C	Refractor	Ø *BARATO
48	Cd	Griego	Καδμος (Kadmos)	Fundador Thebes	Ø	*BATERÍA	
50	Sn	Latín	Stannum	Gotea	Ø	*LATA(comida)	
53	I	Griego	Ιοειδής (ioeidēs)	Violeta	C	*CURAR	
55	Cs	Latín	Cæsius	Azul cielo	C	Reloj atómico	2S *MAPA
57	La	Griego	Λανθανω (lanthanō)	Escondido	R	Lentes telescopio	2S *FOTOGRAFÍA
74	W	Alemán Sueco	Wolf Rahm Tungsten	Espuma de lobo Piedra pesada	2S R	Filamentos bombillas incandescentes	3S ESPAÑA-ID(W)
78	Pt	Español	Platina	Similar a la plata	2S	Material laboratorio	2S ESPAÑA.ID(P)
80	Hg	Griego	Hydrargyros	Plata líquida	2S	*TERMÓMETRO	
82	Pb	Latín	Plumbum	Plomo	#	Pesas, mancuernas	Ø *ARMA
83	Bi	Alemán	Weisse Masse	Masa blanca	C	Rociadores incendios	Ø *COLOR(cara)
86	Rn	Latín	Radium (=88)	---	#	Implantes quirúrgicos	2S *CÁNCER
88	Ra	Latín	Radius	Rayo (1910)	R	*ILUMINACIÓN.RELOJ	

Tal y como se ha indicado anteriormente estos resultados vienen de la segunda fase de investigación vinculada con los pasos C a F. En este sentido, C-D buscan conceptos 'identidad' con conexión a la vida cotidiana: y, F sería el último recurso de creación cuando las limitaciones del proceso –destacadas en amarillo– no nos llevan a proponer una unidad léxica. Del listado anterior, solamente en los elementos Z=74 (W) y Z=78 (Pt) se ha llegado al paso F. Así, las unidades WOLFRAMIO y PLATINO propuestas se han creado por inserción de las configuraciones dactilológicas W y P en el Signo ESPAÑA (ver Figura 6). Esta vinculación entre los elementos citados y España se debe a que son dos elementos químicos descubiertos por españoles.



Figura 6. Creación léxica por inserción dactilológica en ESPAÑA.

Nota: Las imágenes de los Signos W, P y ESPAÑA son propiedad de DILSE (s.f). El resto de la Figura 6 es de creación propia.

En cuanto al proceso de determinación de los conceptos-Signos ‘identidad’ recogidos en la Tabla 1 –resaltados en verde– fueron necesarias dos etapas. En la primera se consultaron diferentes recursos (Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2003; Enevoldsen, 2005-2016; Instituto Balseiro, 2016; Jackson y Challoner, 2020; Zovinka y Clark, 2020; Lasec education, s.f. y Saatchi Art, s.f.) en los que cada elemento químico se presenta acompañado de la imagen –dibujo o fotografía– de fenómenos naturales o usos más conocidos o representativos del elemento. Tras consultar las fuentes indicadas se determinó para cada elemento el uso/fenómeno más repetido (columna de resultados “recursos visuales”). Tras ello, las limitaciones de creación indicadas anteriormente establecieron la necesidad de abordar un camino alternativo para la determinación del concepto-Signo ‘identidad’. En consecuencia, para determinar los resultados de la columna “vida cotidiana” (ver Tabla 1) se estudiaron otros usos habituales y conocidos a través de fuentes que los recogieran. Así, tras consultar diferentes publicaciones (Franco, 1983; Gray, 2013; Scerri, 2013; Jackson, 2016; Dingle, 2018; Jackson y Challoner, 2020; Zovinka y Clark, 2020) y aplicar las limitaciones de creación ya mencionadas se llegó a los resultados indicados.

Tabla periódica completa en LSE

Tras la aplicación del procedimiento de determinación del concepto ‘identidad’ y las limitaciones de creación acordadas y expuestas anteriormente se llega a los resultados de investigación. Así, en la Tabla 2 se presenta el número atómico (Z) y el símbolo químico de cada elemento acompañados de una columna de resultados en la que se presenta el Signo ‘identidad’ que junto a TP da lugar –por combinación simultánea– al Signo propuesto para cada elemento. Por ejemplo, para hidrógeno el resultado *ESTRELLA indica que el Signo propuesto para el elemento es la combinación simultánea TP*ESTRELLA.

Tabla 2. Propuesta de traducción por combinación simultánea.

Z	Símbolo	Resultados	
1	H	*ESTRELLA	
2	He	*SOL	
3	Li	*PILA	
4	Be	*BRILLAR	
5	B	*LIMPIAR	
6	C	*VIDA	
7	N	*PROTEÍNA	
8	O	*MASCARA.O	
9	F	*PASTA.DIENTES	STS
10	Ne	*NUEVO	
11	Na	*SAL	
12	Mg	*ESTÓMAGO	
13	Al	*FLEXIBLE	
14	Si	*PULMÓN	
15	P	*CERILLA	
16	S	*HUEVO	
17	Cl	*NADAR	
18	Ar	*SOLDAR	
19	K	*PLÁTANO	
20	Ca	*HUESO	≠
21	Sc	*BICICLETA	
22	Ti	*FUERZA	
23	V	*BELLO/GUAPO	
24	Cr	*COLOR	
25	Mn	*IMÁN	STS
26	Fe	*HIERRO(aleación)	
27	Co	*MALO	
28	Ni	*DINERO	
29	Cu	*CABLE+	STS
30	Zn	*PROTEGER	
31	Ga	*GALLO	≠
32	Ge	*ALEMANIA	G
33	As	*VENENO	STS
34	Se	*LUNA	
35	Br	*MAL.OLOR	
36	Kr	*ESCONDER	
37	Rb	*ÓRGANO	
38	Sr	*ESCOCIA	G
39	Y	*SUECIA	G
40	Zr	*FALSO	
41	Nb	*DOLOR	
42	Mo	*DIRIGIR	
43	Tc	*ARTIFICIAL	
44	Ru	*RUSIA	
45	Rh	*BARATO	
46	Pd	*PURO/PUREZA	
47	Ag	*PLATA(aleación)	
48	Cd	*BATERÍA	
49	In	*INDIA	
50	Sn	*LATA(comida)	
51	Sb	*COLORETE	STS
52	Te	*LA.TIERRA	
53	I	*CURAR	
54	Xe	*RARO	

Z	Símbolo	Resultados	
60	Nd	*GEMELO.2	V
61	Pm	*FUEGO	
62	Sm	*MINERAL.1	V
63	Eu	*EUROPA	
64	Gd	*MINERAL.2	V
65	Tb	*SUECIA.1	G,V
66	Dy	*DIFÍCIL	
67	Ho	*ESTOCOLMO	SSL
68	Er	*SUECIA.2	G,V
69	Tm	*ISLA	
70	Yb	*SUECIA.3	G,V
71	Lu	*PARÍS	
72	Hf	*COPENHAGUE	SSL
73	Ta	*CONDENAR	
74	W	ESPAÑA.ID(W)	V
75	Re	*RIO	
76	Os	*OLOR	
77	Ir	*ARCOIRIS	
78	Pt	ESPAÑA.ID(P)	V
79	Au	*ORO(aleación)	
80	Hg	*TERMÓMETRO	**
81	Tl	*BROTE	
82	Pb	*ARMA	STS
83	Bi	*COLOR(en cara)	V
84	Po	*POLONIA	G
85	At	*CAMBIAR	
86	Rn	*CÁNCER	
87	Fr	*FRANCIA	
88	Ra	*RELOJ.LUMINOSO	
89	Ac	*RAYO	
90	Th	*GUERRA	
91	Pa	*EL.PRIMERO	
92	U	*CIELO	
93	Np	*MAR	
94	Pu	*MUERTO	
95	Am	*AMÉRICA	
96	Cm	*MATRIMONIO	
97	Bk	*BERKELEY	ASL
98	Cf	*CALIFORNIA	G
99	Es	*EINSTEIN	LIS
100	Fm	*ITALIA	
101	Md	*ORGANIZAR	
102	No	*PREMIO	
103	Lr	*MANHATTAN	ASL
104	Rf	*NUEVA.ZELANDA	G
105	Db	*DUBNA	RSL
106	Sg	*CREAR+	
107	Bh	*DINAMARCA	G
108	Hs	*HESSEN	DGS
109	Mt	*AUSTRIA	G
110	Ds	*DARMSTADT	DGS
111	Rg	*INVIERNO	
112	Cn	*HELIOCENTRISMO	***
113	Nh	*JAPÓN	

Nota: SSL – *Swedish Sign Language*, ASL – *American Sign Language*, RSL – *Russian Sign Language*, DGS – *Deutsche Gebärdensprache*, LIS – *Lingua dei Segni Italiana*, STS – En STS (s.f.), G – En Aroca et al. (2002b), F – En Aroca et al. (2002a), V – Variación interna (localización) del Signo 'identidad', ** – Aparece en DILSE (s.f.) pero se usa el de STS (s.f.), ≠ – Se emplea variación lingüística, *** – Creación *ad hoc*.

Tabla 2. Continuación.

Z	Símbolo	Resultados	
55	Cs	*MAPA	V
56	Ba	*PESADO	
57	La	*FOTOGRAFÍA	
58	Ce	*AGRICULTURA	
59	Pr	*GEMELO.1	

Z	Símbolo	Resultados	
114	Fl	*REACCIÓN	F
115	Mc	*INVESTIGAR	
116	Lv	*ALABAMA	ASL
117	Ts	*TENNESSE	ASL
118	Og	*V.1-2	

Nota: SSL – Swedish Sign Language, ASL – American Sign Language, RSL – Russian Sign Language, DGS – Deutsche Gebärdensprache, LIS – Lingua dei Segni Italiana, STS – En STS (s.f.), G – En Aroca et al. (2002b), F – En Aroca et al. (2002a), V – Variación interna (localización) del Signo 'identidad', ** – Aparece en DILSE (s.f.) pero se usa el de STS (s.f.), ≠ – Se emplea variación lingüística, *** – Creación *ad hoc*.

Como se puede observar en la Tabla 2, el Signo 'identidad' –en la columna de resultados– puede estar acompañado de una indicación extra. Así, *BERKELEY se acompaña de ASL esto indica que la creación del Signo BERKELIO se basa en un procedimiento dual de combinación simultánea y préstamo. Los préstamos son unidades léxicas que se toman de otra lengua. En las lenguas de modalidad viso-gestual, un fenómeno muy habitual es el empleo de los Signos topónimos de los países o ciudades por los usados en sus respectivas LLSS (Morales et al., 2002). En el ejemplo, BERKELEY es el Signo de la *American Sign Language* (ASL).

También se usan indicadores (STS, G, F, V, **, ≠) cuando el Signo 'identidad' propuesto no está recogido en el DILSE (s.f.) o se ha decidido emplear otro más representativo o conocido; o, cuando el Signo del elemento se ha creado *ad hoc* (***).

Finalmente, algunos Signos 'identidad' se presentan acompañados de un número del 1 al 3 o de ID(letra). En estos casos, los números indican que la unidad léxica propuesta para el elemento en cuestión presenta –además de combinación simultánea– el proceso formal de sustitución de parámetros, modificándose el parámetro de localización (ver Figura 7). Por su parte, la indicación ID(letra) representa combinaciones simultáneas en las que el Signo 'identidad' presenta una modificación por inicialización –inserción dactilológica– que es un tipo especial de préstamo –la dactilología no es parte de las LLSS, el deletreo es un recurso tomado de las lenguas orales– que consiste en incluir una letra del dactilológico en el Signo.

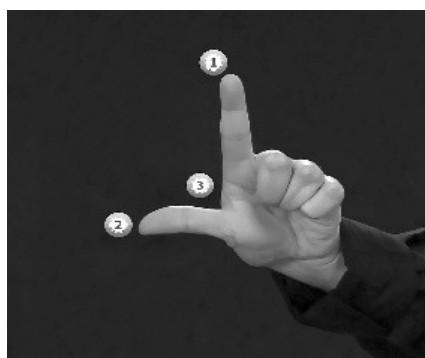


Figura 7. Localización sobre la mano pasiva.

A modo de resumen hay que indicar que los 118 nuevos Signos propuestos –uno para cada elemento químico– están formados por una única unidad léxica obtenida por la combinación simultánea de dos Signos: TP y un Signo 'identidad'. Además, algunas propuestas presentan los mecanismos de préstamo de un Signo de otra lengua (topónimos), procesos de sustitución de parámetros y solamente dos (W y Pt) inserción dactilológica. En consecuencia, se han

cumplido las limitaciones de creación derivadas de la investigación de Ávila (2020): fomentar la vinculación con la vida cotidiana y, además, evitar crear unidades léxicas por combinación de dos o más Signos y la presencia de dactilología.

[illegible]

Figura 8. Tabla periódica QR-LSE.

Finalmente, en la Figura 8, se presentan los Signos en LSE para cada uno de los elementos químicos. Para ello, se sigue el método empleado por Vasco (2012) para presentar información de cada elemento mediante *podcasts* a estudiantes invidentes. En nuestro caso, a cada elemento se le asocia un código QR vinculado a un vídeo en el que se puede visualizar el Signo propuesto.

Conclusiones: aportaciones del estudio y prospectiva

En la última década, ha proliferado una línea de investigación que versa sobre metodologías, recursos didácticos y la búsqueda-análisis-creación de Signos para los elementos. Parte de esta temática de investigación busca subsanar la inexistencia de Signos para los elementos químicos en las distintas LLSS (Valdés-González y Martín-Antón, 2023). En este sentido, destaca la investigación de Ávila (2020) en la que la autora propone una serie de Signos de su creación a un grupo de alumnos y, tras ello, concluye que los individuos encuestados se decantan por unidades sin presencia de dactilología, formadas por un único Signo y vinculadas a la vida cotidiana.

El estudio etimológico del nombre de los elementos (Valdés-González y Martín-Antón, 2024), en un primer momento, seguido del análisis de diferentes recursos que presentan – mediante imágenes y/o texto– la presencia en la naturaleza y las aplicaciones más habituales de los elementos en nuestra sociedad nos han permitido identificar un concepto-Signo ‘identidad’ representativo de cada elemento. Así, este Signo ‘identidad’ combinado simultáneamente –mecanismo de producción de neologismos exclusivo de las LLSS– con

TABLA.PERIÓDICA nos ha permitido presentar una propuesta de traducción de todos los elementos químicos a la LSE que evita tanto el deletreo como fenómenos de polisemia o ampliación de significado de Signos ampliamente conocidos por la Comunidad Sorda. Además, es de destacar que el procedimiento de lexicogénesis que presentamos es fácilmente extrapolable a todas las LLSS y al SSI. A pesar de ello somos conscientes que, debido a diferencias culturales entre poblaciones Sordas de distintos puntos del planeta y en el registro léxico existente para las diferentes LLSS, el listado de conceptos-Signos 'identidad' final podrá sufrir pequeñas alteraciones.

Finalmente, debemos indicar que nos encontramos ante unidades léxicas sin normalizar ni difundir por lo que tras su publicación serán los integrantes de la Comunidad Sorda española quienes se encarguen de usarlas y si lo estiman oportuno, modificarlas. En este sentido, tras la difusión, el individuo o *interpretante*, fundamental en el triada de Pierce, inmerso en un determinado contexto, dará lugar al significado entendido este como una construcción social que se estabiliza y se convierte en convencional dentro de una comunidad lingüística. En consecuencia, se hace necesaria una etapa de validación y/o consulta a ILSE y personas Sordas para recabar información sobre la propuesta realizada y su eficacia en el día a día de un aula. En este sentido, como consecuencia del escaso número de alumnos Sordos matriculados en un mismo centro educativo, de cara a afrontar un proceso de validación con estudiantes Sordos y profesionales de la interpretación de todos los puntos de España es necesario que previamente se proceda a la publicación y difusión de la herramienta creada –tabla periódica QR-LSE (Figura 8)–. De este modo, contactar y seleccionar una muestra de individuos heterogénea, representativa y procedente del mayor número de zonas del país permitirá afrontar un proceso de validación más acertado con el propósito de afrontar posibles modificaciones en el listado final de Signos.

Nota

El Convenio de Berna –modificado por última vez en septiembre de 1979– regula a nivel internacional el derecho a reproducir, sin autorización expresa de los autores, información y/o imágenes de obras accesibles al público siempre que se haga un uso honrado de dicho material. En consecuencia, amparados por este convenio internacional no es preciso disponer de autorización para hacer uso de las figuras recogidas en el presente documento por ser: imágenes previamente publicadas y, presentarse citadas y referenciadas en base a la normativa indicada por la revista Eureka.

Referencias

- Andino-Enríquez, J. E., Andino-Enríquez, M.A., Hidalgo-Báez, F. E., Chalán-Gualán, S. P., Gualapuro-Gualapuro, S. D., Simone, S. y Chicaiza-Lema, M. B. (2021). Adaptation of the Periodic Table to Kichwa: An Ecuadorian Native Language. *Journal of Chemical Education*, 99(1), 211-218. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00383>
- Arcila Mendoza, P. A., Mendoza Ramos Y. L., Jaramillo, J. M. y Cañón Ortiz, O. E. (2010). Comprensión del significado desde Vygotsky, Bruner y Gergen. *Diversitas: Perspectivas en psicología*, 6(1), 37 -49. <https://acortar.link/VSRWIZ>
- Aroca, E., Díez, M. A., Isa de los Santos, D., Lima, M. C., Marras, N., Nieto, M. J. y Sánchez, E. M. (2002a). *Glosario de LSE. N°9. Física y Química*. Fundación CNSE.
- Aroca, E., Díez, M. A., Isa de los Santos, D., Lima, M. C., Nieto, M. J. y Sánchez, E. M. (2002b). *Glosario de LSE. N°10. Geografía*. Fundación CNSE.

- Ávila Ramírez, E. H. (2020). *Desarrollo de vocabulario en lengua de señas colombiana (LSC). De algunos elementos de la tabla periódica* [Trabajo de grado-pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., Colombia]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3641>
- Braun, C. B., Clark, M. D., Marchut, A. E., Solomon, C. M., Majocha, M., Zachary Davenport, Z., Kushalnagar, R. S., Listman, J., Hauser, P. C. y Gormally, C. (2018). Welcoming Deaf Students into STEM: Recommendations for University Science Education. *CBE Life Sciences Education*, 17(3), 17:es10, 1-8. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-05-0081>
- Clark, K., Sheikh, A., Swartzenberg, J., Gleason, A., Cummings, C., Dominguez, J., Mailhot, M. y Collison, C.G. (2021). Sign Language Incorporation in Chemistry Education (SLICE): Building a Lexicon to Support the Understanding of Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 99(1), 122-128. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01368>
- Dantas, L., Barwaldt, R., Bastos, A. y Vasconcelos, F. (2020). Análise das produções científicas acerca de recursos pedagógicos acessíveis da tabela periódica utilizados no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos. *Revista Educação Especial*, 33, 1-28. <https://doi.org/10.5902/1984686X48149>
- De los Santos, E. y Lara, P. (2008). *Técnicas de interpretación de la Lengua de Signos*. Fundación CNSE.
- Dingle, A. (2018). *Periodic table. Discover the chemical elements and learn about their properties and uses*. DK.
- Do Carmo, R. (2011). *O ensino da tabela periódica como objeto de inclusão de surdos na disciplina de química* [Tesina de Licenciatura, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Brasil]. <https://repositorio.faema.edu.br/handle/123456789/584>
- Dos Santos, A. E. (2020). *Tabela periódica inclusiva* [Archivo PDF]. <https://acortar.link/A4ooIL>
- Eberhard, D. M., Simons, G. F. y Fening, C. D. (2022). *Ethnologue: Languages of the Worl. 25ª edition*. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <http://www.ethnologue.com>
- Enevoldsen, K. (2005-2016). *The periodic table of the elements, in pictures and words* [Archivo PDF]. <https://elements.wlonk.com/>
- Fernandes, A. L., Pereira, L. y Cardoso, T. (s.f.). *A educação inclusiva no ensino de química: a elaboração e utilização de materiais didáticos no processo de ensino aprendizagem de surdos e ouvintes* [Archivo PDF]. <https://acortar.link/YVUAoN>
- Fernández Villabrille, F. (1851). *Diccionario usual de mímica y dactilología*. Imprenta del Colegio de Sordo-mudos y ciegos.
- Florentino, C. P. A. y Miranda Junior, P. (2020). Adulteração do leite: Uma proposta investigativa vivenciada por um grupo de estudantes surdos na perspectiva bilíngue. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 25(3), 1-21. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p01>
- Flores López, A. [@Angelic92394430]. (7 de septiembre de 2020). *Hola ,@LatinXChem este es mi trabajo "WAPAL TAIXNEXTIKA TATAMAN OKSEPATIS NESKAYOT*

- Del Español al Náhuatl: Adaptación de la Tabla Periódica al Náhuatl*", #LatinXChem #LatinXChemEd #Ed17. Twitter. <https://acortar.link/YsghlZ>
- Franco Ibeas, F. (1983). *Elementos químicos y sus aplicaciones*. Tormes S. L.
- Fundação para a Ciência e a Tecnologia. (2003). *Periodic table of the elements* [Archivo PDF]. <https://acortar.link/7p0aUH>
- Fundación CNSE [DILSE]. (2011). *Diccionario normativo de la lengua de signos española*. Fundación CNSE.
- Fundación CNSE [DILSE]. (s.f.). *Diccionario normativo de la lengua de signos española*. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <https://fundacioncnse-dilse.org/>
- Fundación CNSE. (2013). *Diccionario visual LSE-inglés-español*. Fundación CNSE.
- González, R. H. (2016). *La estrategia siempre a mano: propuestas didácticas para la interpretación en lengua de signos* [Tesis doctoral, Universidad de Vigo]. <https://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/handle/11093/628>
- Gray, T. (2013). *Los elementos*. Larousse Editorial, S. L.
- Gutiérrez, M., Ball, M. y Márquez, E. (2008). Signo, significado e intersubjetividad: una mirada cultural. *EDUCERE*, 43, 689-695. <https://acortar.link/dhW1oj>
- Herrero, A. (2000). La semiótica. Signos y dimensiones semióticas. En A. Minguet Soto (coord.), *Signolingüística. Introducción a la lingüística de la L.S.E.* (pp. 17-24). Fundación Fesord C.V.
- Instituto Balseiro. (2016). *Una innovadora tabla periódica de los elementos* [Archivo PDF]. <https://acortar.link/baf8R6>
- Jackson, T. (2016). *Los elementos. Una historia ilustrada de la tabla periódica*. Librero.
- Jackson, T. y Challoner, J. (2020). *Enciclopedia visual de los elementos. El libro de la tabla periódica*. Dorling Kindersley Limited.
- Jarque, M. J., Bosch-Baliarda, M. y Codorniu, I. (2019). Recursos de creación de léxico en la lengua de signos catalana (LSC). *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES*, 1, 53-90. <https://www.revles.es/index.php/revles/article/view/20>
- Jarque, M. J., Codorniu, I., Bosch-Baliarda, M., Fernández-Viader, M. P., García, C., Serrano, E. y Segimon, J. M. (2012). Procesos de lexicalización en la LSC: Procedimientos de combinación. *Anuari de Filologia. Estudis de Lingüística*, 2, 141-176. <https://doi.org/10.1344/%25J.2012.0.5532>
- Kauffman, M. (3 de diciembre de 2019). Periodic Table Project Makes Headlines at National ACS Conference. *Michigan State University*. <https://acortar.link/haVaUR>
- Lara, P. (2008). Retos de la interpretación de la lengua de Signos. En L. González y P. Hernández (coords.), *Actas IV Congreso "El Español, Lengua de Traducción para la cooperación y el diálogo"* (pp. 137-146). Esletra.
- Lasec education. (s.f.). *Primary school periodic table chart* [Archivo PDF]. <https://acortar.link/BUkRNn>
- Ley 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con

- discapacidad auditiva y sordociegas. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 24 octubre de 2007, 255, 43251-43259.
- Long, M. R. y Grunert, M. (2022). Understanding STEM Instructors' Experiences with and Perceptions of Deaf and Hard-of-Hearing Students: The First Step toward Increasing Access and Inclusivity. *Journal of Chemical Education*, 99(1), 274-282. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00409>
- Luiz, W., Barros, M., Araújo, D. y Martins, M. (2020). Educação inclusiva para o ensino de química: banco periódico em LIBRAS. *Intercursos Revista Científica*, 19(1), 18-25. <https://revista.uemg.br/index.php/intercursosrevistacientifica/article/view/5233>
- Marroquín Cabiedas, J. L. (1975). *El lenguaje mímico*. Caja de Ahorros de Jerez.
- Medeiros, D., Martins, B. y Fernandes, F. (20-23 de noviembre de 2018). *A disciplina de LIBRAS nos cursos de licenciatura em química e ciências biológicas: Um espaço de criação de recursos e possibilidades de ressignificações de aprendizados*. X Seminário Internacional de Alfabetização. Campus Ijuí, Brasil. <https://acortar.link/ji7U3J>
- Merrell, F. (2001). Charles Peirce y sus signos. *Signos en Rotación*, 181. <https://www.una-v.es/gep/Articulos/SRotacion3.html>
- Morales, E., Pérez, C., Reigosa, C., Blanco, E., Bobillo, N., Freire, C., Mallo, B. y Prego, G. (2002). Aspectos gramaticales de la Lengua de Signos Española. En VV.AA., *Apuntes de lingüística de la Lengua de Signos Española* (pp. 69-131). Fundación CNSE.
- Pinedo, F. J. (1981a). *Diccionario mímico español*. Federación Nacional de Sordos de España.
- Pinedo, F. J. (1981b). *El Sordo y su mundo*. Federación Nacional Sordos de España.
- Pinedo, F. J. (1989). *Nuevo diccionario gestual español*. CNSE.
- Pinedo, F. J. (2000). *Diccionario de Lengua de Signos Española*. CNSE.
- Pinheiro, C. B. (2012). *Proposta lúdica para ensino da tabela periódica e teorias atômicas em turmas com inclusão de surdos: jogo "trilha explosão de elementos"* [Tesina de Licenciatura, Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA]. <https://acortar.link/jw0y4t>
- Royal Society of Chemistry. (2023). Periodic Table. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <https://www.rsc.org/periodic-table>
- Saatchi Art (s.f.). *The Periodic Table of the Elements with Occasional Reference to the Visual Arts* [Archivo PDF]. <https://acortar.link/cGdPkH>
- Saussure, F. (1945). *Curso de lingüística general*. Editorial Losada. <https://goo.gl/GVq0Ru>
- Scerri, E. (2013). *50 elementos químicos. Qué son y qué representan*. Blume
- Sématos. (2009-2013). *Diccionario de Lengua de Signos en línea*. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <http://www.sematos.eu/lse.html>
- Silva, L. P. S., Carneiro, G. N., Santos, T. A. S. y Santos, H. T. S. (s.f.). *Tabela periódica adaptada em linguagens de LIBRAS*. Associação brasileira de química. <https://acortar.link/yEpAVZ>

- Soares, R. (2018). *QuimLIBRAS: objeto virtual de aprendizagem (ova) como instrumento de articulação entre a química e a LIBRAS/ELIS* [Dissertação, Universidade Estadual de Goiás, Brasil]. <https://www.bdttd.ueg.br/handle/tede/94>
- Sousa, C. S., Pereira, A. R., Ribeiro, S. D. y Pereira, M. R. (s.f.). *Tabela periódica acessível: O ensino de química em uma abordagem sensorial*. Associação brasileira de química. <https://acortar.link/kq1A7m>
- Sousa, S. F. y Silveira, H. E. (2011). Terminologias químicas em Libras: A utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. *Química Nova Na Escola*, 33(1), 37-46. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/QNEsc33-1_Capa.pdf
- Souza, G. y Ferreira, L. (2019). O ensino de Química para alunos surdos: uma revisão sistemática. *Revista Educação Especial*, 32, 1-20. <https://doi.org/10.5902/1984686X31242>
- Spread The Sign [STS]. (s.f.). *Un diccionario multilingüe de lenguas de signos: "spreadthesign"*. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <http://www.spreadthesign.com/es/>
- Sutton, J. (1990). Teaching Science to hearing impaired pupils. *Deafness and Development*, 1, 3-4.
- Torregrosa, M. y Núñez, M. (2015). *Vocabulario técnico de la LS en el ámbito universitario: herramientas para una buena interpretación. Modelo actual. Propuesta de mejora*. [Archivo PDF]. <https://acortar.link/8HLtgQ>
- Tovar, L. A. (2008). *Denominación, definición y procesos de formación de neologismos en la Lengua de Señas Colombiana: contribución a su planificación lingüística* [Tesis doctoral, Universidad de los Andes, Colombia]. <https://acortar.link/B6ALNg>
- Valdemoro, L. (2002). Sobre el origen y clasificación de algunos Signos: Acercamiento a la semántica de la LSE. En VV.AA., *Apuntes de lingüística de la Lengua de Signos Española* (pp. 175-192). Fundación CNSE.
- Valdés-González, A. (2017). *Personas sordas y aprendizaje de las materias científico-técnicas en la ESO. Dificultades derivadas de las carencias en la Lengua de Signos Española (LSE) y propuestas de mejora* [Tesis doctoral]. Universidad Oviedo.
- Valdés-González, A. y Martín-Antón, J. (2020). Lengua de Signos Española y ámbito específicos. Una propuesta multidisciplinar e inclusiva para la búsqueda, análisis y creación de Signos. *Aula Abierta*, 49(2), 159-170. <https://doi.org/10.17811/rifie.49.2.2020.159-170>
- Valdés-González, A. y Martín-Antón, J. (2023). La tabla periódica y las lenguas de signos. Una revisión sistematizada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), 1102.1-1102.17. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1102
- Valdés-González, A. y Martín-Antón, J. (2024). Los nombres de 80 elementos químicos en lengua de signos española (LSE). Proceso de creación léxica a partir de la etimología. *Revista Signos*, 57(115), 619-643. <https://doi.org/10.4151/S0718-09342024011501077>
- Valdés-González, A., Álvarez-Arregui, E., Rodríguez-Martín, A. y Martín-Antón, J. (2021). Enseñanza-aprendizaje y Lengua de Signos Española (LSE): el concepto

- “número primo”. *Revista Publicaciones*, 51(1), 65-85.
<https://doi.org/10.30827/publicaciones.v51i1.11149>
- Valdés-González, A., Rodríguez-Martín, A., Álvarez-Arregui, E. y Martín-Antón, J. (2020). Lengua de Signos Española y clasificación de los números: análisis y propuesta de neologismos. *Revista brasileira de educação especial*, 26(2), 189-210.
<https://doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0008>
- Van Der Krogt, P. (2000-2010). *Elementymology & Elements Multidict*. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <https://elements.vanderkrogt.net/multidict.php>
- Vasco, D. B. B. (2012). QR-Coded Audio Periodic Table of the Elements: A Mobile-Learning Tool. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 552-554.
<https://doi.org/10.1021/ed200541e>
- Vázquez, A. (2010). Aproximación a la concepción de Signo y Símbolo en Charles Sanders Pierce. *Revista de Epistemología y Ciencias Humana*, 2, 22-22.
<http://goo.gl/jFpzlh>
- Vilches, M. J. (2005). La dactilología, ¿qué, cómo, cuándo...? [Archivo PDF]. <https://acortar.link/Y9Q9yU>
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós.
- Wang, L. (30 de agosto de 2019). ACS hosts national meeting in San Diego. *C&en Chemical & engineering news*. <https://acortar.link/AoHgUY>
- Zovinka E. P. y Clark, R. A. (2020). *A kids's guide to the periodic table*. Rockridge Press.